

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SILVOPASTORIL (SSP) MODELO CERCAS  
VIVAS Y BARRERAS ROMPEVIENTOS EN LAS VEREDAS PARÁMO Y TOBAL DEL  
MUNICIPIO DE TUTAZÁ BOYACA.**

**LIGIA ANDREA SISA BENAVIDES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
CEAD-DUITAMA  
2017**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SILVOPASTORIL (SSP) MODELO CERCAS  
VIVAS Y BARRERAS ROMPEVIENTOS EN LAS VEREDAS PARÁMO Y TOBAL DEL  
MUNICIPIO DE TUTAZÁ BOYACA.**

**Presentado por la estudiante:  
LIGIA ANDREA SISA BENAVIDES  
Código: 1.052.390.265**

**Director  
HORACIO ROJAS CARDENAS  
Zoot. Esp. MsC.**

**Como requisito de trabajo de grado, modalidad trabajo aplicado, para optar por el  
título de Zootecnista.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
CEAD-DUITAMA  
2017**

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por darme sabiduría y permitir llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante mi estudio.

### **A MIS FAMILIARES**

A mi mamá, hermanos, esposo e hijo por ser parte fundamental de mi vida por la ayuda ofrecida en momentos de dificultad por dar todo de ellos en la elaboración del trabajo de grado y ser mi gran motivación.

### **A MIS TUTORES**

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración del trabajo de grado; al Doctor Horacio Rojas Cárdenas por su apoyo ofrecido en este trabajo; por su tiempo dedicado y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional. También a todos mis tutores que a través de la carrera nos brindaron su conocimiento.

## **RESUMEN**

La implementación del sistema silvopastoril (SSP) cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá-Boyacá como contribución a la solución de las malas prácticas agrícolas y pecuarias que se han implementado en la zona, consistió en motivar a los habitantes de las veredas Tobal y Páramo, realizar el acompañamiento técnico y evaluar la aceptabilidad por parte de los beneficiarios directos de la implementación del SSP modelo cercas vivas y barreras rompevientos en el área de estudio. Su desarrollo e implementación se desarrolló de la siguiente manera: Visita y motivación a los habitantes de las veredas Tobal y Páramo, Selección de 10 beneficiarios: tres en la vereda Tobal y siete en la vereda Parámo, capacitación a los beneficiarios, entrega del material arbóreo y resiembra. Los resultados obtenidos con la implementación de este sistema fueron satisfactorios, se obtuvo una gran acogida por parte de los habitantes de dichas veredas y una baja tasa de mortalidad del material arbóreo utilizado en este proyecto.

## **SUMMARY**

The implementation of the silvopastoral system (SSP), live fences and windbreaks in the Tobal and Páramo villages in the municipality of Tutazá-Boyacá as a contribution to the solution of the bad agricultural and livestock practices that have been implemented in the area, consisted in motivating the inhabitants of the Tobal and Páramo trails, to carry out the technical accompaniment and to evaluate the acceptability by the direct beneficiaries of the implementation of the SSP model, live fences and windbreaks in the study area. Its development and implementation was as follows: Visit and motivation to the inhabitants of the Tobal and Páramo paths, Selection of 10 beneficiaries: three in the Tobal village and seven in the Páramo village, training of beneficiaries, delivery of tree material and resiembra. The results obtained with the implementation of this system were satisfactory; it was obtained a great reception by the inhabitants of these sidewalks and a low mortality rate of the arboreal material used in this project.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
Introducción	13
Planteamiento del problema	15
Justificación	16
1. Objetivos	17
1.1. Objetivo general	17
1.2. Objetivos específicos	17
2. Marco de referencia	18
2.1. Marco teórico	18
2.1.1. Generalidades de la ganadería colombiana	18
2.1.2. Sistema silvopastoril	18
2.1.2.1. Principales tipos de sistemas silvopastoriles	20
2.1.2.2. Ventajas y beneficios que aporta la implementación del Sistema silvopastoril	29
2.2. Marco conceptual	32
2.3. Marco legal	34
2.3.1. Ley 99 de diciembre 22 de 1993	34
2.3.1.1. Artículo 1°- principios generales ambientales	34
2.3.1.2. Artículo 3° del concepto desarrollo sostenible	35
2.3.2. Resolución ICA 25 08 de 2012	35
3. Metodología	37
3.1. Tipo de investigación	37
3.2. Ubicación geográfica	37
3.3. Definición de la población o muestra	38
3.3.1. Población-descripción-importancia	38
3.4. Fuentes de información	40
3.4.1. Fuentes primarias	40
3.4.2. Fuentes secundarias	40

3.5. Materiales de campo	40
3.6. Instrumentos de recolección de datos	42
3.7. Técnicas de recolección de datos	42
3.8. Técnicas de campo	42
4. Resultados y discusión	58
5. Análisis económico	62
6. Recomendaciones	65
7. Conclusiones	65
8. Bibliografía- Webgrafía	67
8.1. Webgrafía	67
9. Anexos	70



## LISTA DE FOTOS

	Página
Foto 1. Sistema silvopastoril modelo cerca viva con aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ).	19
Foto 2. Acacia mangium ( <i>Acacia mangium</i> )	27
Foto 3. Cedro, cedro blanco, cedro del caquetá ( <i>Cedrela odorata</i> ).	27
Foto 4. Eucaliptus ( <i>Eucalyptus grandis</i> )	28
Foto 5. Eucaliptus ( <i>Eucalyptus tereticornis</i> )	28
Foto 6. Mapa satelital de Tutazá-Boyacá	38
Foto 7 – 8. Se evidencia visita a habitantes Veredas Parámo y Tobal	43
Foto 9. Material Vegetal Implementación Sistema Silvopastoril	43
Foto 10. Implementación SSP finca Mesitas. Se evidencia el plateo	45
Foto 11. Finca Villa Hermosa. Se evidencia el ahoyado.	47
Foto 13. Ahoyado ( <i>Alnus acuminata</i> ) y Tilo ( <i>Tilia platyphyllos</i> ).	49
Foto 14. Aplicación de Fertilizante.	49
Foto 15. Aplicación de Hidroretenedor.	50
Foto 16. Finca los Pinos. Se evidencia proceso de eliminación de bolsa	51
Foto 17. Finca el Recuerdo. Adición y apisonamiento de finas de tierra	53
Foto 18. Finca Mocharía. Siembra de Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ).	54
Foto 19. Villa Hermosa. Se evidencia el ahoyado.	54
Foto 20. Veredas Parámo y Tobal .Se evidencia medida de hoyos.	55
Foto 21. Finca la Libertad. Siembra de Tilo ( <i>Tilia platyphyllos</i> ).	55
Foto 22. Finca el Llano. Siembra de Tilo ( <i>Tilia platyphyllos</i> ).	56
Foto 23. Finca Villa Blanca. Siembra de Tilo ( <i>Tilia platyphyllos</i> ) y Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ).	56
Foto 24. Finca Quebraditas. Siembra de Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ) y	

Roble ( <i>Quercus humboldtii</i> ).	57
Foto 25. Finca el Mortiño. Siembra de Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ).	58

## LISTA DE CUADROS

	Página
Tabla 1. Descripción de las fincas	39
Tabla 2. Distancias de siembra entre planta y planta.	45
Tabla 3. Diámetro de Plateo.	47
Tabla 4. Profundidad de Siembra	49
Tabla 5. Composición del fertilizante.	52
Tabla 6. Aplicación de Fertilizantes y Enmiendas	52
Tabla 7. Cantidad de fincas atendidas por vereda.	58
Tabla 8. Cantidad de plantas sembradas por especie.	59
Tabla 9. Cantidad de árboles sembradas en cada finca.	59
Tabla 10. Análisis de mortalidad	60
Tabla 11. Costos de implementación del proyecto	62

## LISTA DE GRAFICAS

	Página
Gráfica 1. Distancia de Siembra.	46
Grafica 2. Profundidad de siembra.	50
Grafica 3. Análisis porcentaje de mortalidad durante un mes.	61

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas inadecuadas de manejo de praderas en sistemas de producción ganadera en trópico alto, representadas básicamente por la ampliación de la frontera agropecuaria, la tala y quema de bosques, el sobrepastoreo, la contaminación de fuentes de agua, el monocultivo, el uso de implementos inadecuados en la preparación de la tierra y la excesiva mecanización, han generado como resultado zonas con escasa cobertura arbórea, suelos desprotegidos, poco fértiles, susceptibles a procesos erosivos; lo anterior asociado con fuertes cambios climáticos ha afectado de manera negativa la rentabilidad y productibilidad del sector agropecuario.

Ante esta panorámica los sistemas silvopastoriles surgen como una alternativa de producción pecuaria ambientalmente sostenible y económicamente viable.

Mediante la implementación del sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos. Este trabajo busca contribuir a la solución de las malas prácticas agrícolas y pecuarias que se han implementado en las veredas Páramo y Tobal del municipio de Tutazá-Boyacá; igualmente se realiza como un aporte a la protección y conservación del medioambiente, el cual consistió en la selección de diez (10) fincas distribuidas de la siguiente manera: siete (7) fincas ubicadas en la vereda Páramo y tres (3) Fincas en la vereda Tobal.

Lo primero que se hizo fue visitar a algunos habitantes de las veredas páramo y Tobal del municipio de Tutazá-Boyacá; con el fin de motivarlos e incentivarlos a implementar el sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en sus fincas; se les explico que es un sistema silvopastoril modelo cercas vivas y barreras rompevientos, sus ventajas y beneficios a futuro, y los pasos a seguir si querían ser parte de dicho proyecto.

Posteriormente se seleccionaron 10 beneficiarios tres (3) en la vereda Tobal y siete (7) en la vereda Páramo; las condiciones particulares que se tuvieron en cuenta en el momento de selección de las fincas fue: la aprobación por parte del usuario, actitud e interés que este demuestro con relación a la implementación del SSP y terreno para

sembrar los árboles y que este presentara una escasa cobertura arbórea y suelos desprotegidos susceptibles a procesos erosivos. Posteriormente se realizaron capacitaciones a los beneficiarios, estas capacitaciones fueron en forma de talleres constructivos.

Luego se realizó la entrega del material arbóreo a los usuarios, doscientos arboles por beneficiario; las especies utilizadas en la implementación del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos fueron: Aliso (*Alnus acuminata*), Tilo (*Tilia platyphyllos*) y Roble (*Quercus humboldtii*). Unas de las razones que se destacaron en el momento de seleccionar estas tres especies para implementar el SSP (Sistema silvopastoril) modelo cercas vivas y barreras rompevientos fueron las siguientes: Se eligió Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) por su crecimiento relativamente rápido con relación a especies como el Mortiño y Arrayán (*Myrcia popayanensis*); igualmente por sus beneficios que aportan al ecosistema, características que les ha permitido su difusión y aceptación en la región de trópico alto, el Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) fueron las especies preferidas por los beneficiarios, ante las demás especies que se les sugirieron, se optó también por el Roble (*Quercus humboldtii*) como especie maderable, porque aporta más beneficios que el eucalipto y el pino; igualmente fue un desafío porque en la zona nunca antes se había sembrado roble (*Quercus humboldtii*); pero al final tuvo una buena aceptación por parte de los usuarios. Posteriormente se procedió a la siembra de los árboles e implementación del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas y Tobal del municipio de Tutazá- Boyacá.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las malas prácticas agrícolas y ganaderas efectuadas en el municipio de Tutazá Boyacá, constituidas por fumigaciones excesivas con agroquímicos de alta toxicidad para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la papá, el uso de implementos inadecuados en la preparación de la tierra y la excesiva mecanización, tala y quema de bosques para ampliar la frontera agrícola y ganadera, contaminación de fuentes hídricas, sobrepastoreo, monocultivos; han causado disminución de la fertilidad del suelo, incidencia directa de los cambios climáticos drásticos específicamente en época de verano donde por ser una zona fría las heladas son bastante fuertes y prolongadas; generando como consecuencia suelos desprotegidos con escasa cobertura arbórea, poco fértiles y susceptibles a procesos erosivos, afectando de manera directa la rentabilidad y productividad del sector agropecuario.

Pregunta de la investigación: ¿La implementación del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas Parámo y Tobal de municipio de Tutazá Boyacá es la alternativa para solucionar esta problemática?

## JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como fin la implementación del sistema silvopastoril (SSP) cercas vivas y barreras rompevientos, en las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá-Boyacá; con la realización de este proyecto práctico se busca contribuir a mitigar la erosión eólica, presentada principalmente por factores como: la extensión de la frontera agropecuaria, monocultivos, quema y tala de bosques, usos de implementos inadecuados en la preparación de la tierra para el cultivo de la papa y excesiva mecanización en la zona y regiones aledañas. Siendo los SSP una alternativa económicamente viable y ambientalmente sostenible a nivel local, regional, nacional y mundial; la cual ha tenido gran impacto y aceptación en el sector pecuario, ya que favorece la producción limpia y sostenible de las explotaciones ganaderas; el principal objetivo es motivar a los habitantes de las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá- Boyacá sobre la importancia de implementar el sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en clima frío, sus ventajas y beneficios a futuro, crear conciencia de la importancia del cuidado, conservación y preservación del medioambiente en este caso específico de la zona de páramo.



## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas Tobal y Parámo del municipio de Tutazá Boyacá.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Motivar a los habitantes de las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá-Boyacá sobre la importancia de implementar el sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en clima frío, sus ventajas y beneficios a futuro.

Realizar el acompañamiento técnico a las fincas de los productores beneficiarios de las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá en el proceso de implementación del sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en clima frío.

Evaluar la aceptabilidad por parte de los beneficiarios directos de la implementación del sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en el área de estudio.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

Los sistemas silvopastoriles surgen como una opción de producción pecuaria, ambientalmente sostenible y económicamente viable en el corto, mediano y largo plazo. Su implementación actualmente tiene una gran acogida en el sector agropecuario porque aporta grandes beneficios a nivel social, económico y ambiental.

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1. GENERALIDADES DE LA GANADERÍA COLOMBIANA:**

Gracias a su ubicación geográfica Colombia cuenta con gran variedad de pisos térmicos que van desde el nivel del mar hasta regiones de páramo, ello permite la explotación de diferentes razas bovinas productoras de carne, leche y doble propósito.

La Población Bovina en el país está distribuida en 495.609 predios y constituida aproximadamente por 22.527.783 animales, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (11,25%), Córdoba (8,45%), Casanare (8,43%), Meta (7,38%), Cesar (6,30%), Santander (6,29%), Caquetá (5,79%), Magdalena (5,50%) y Cundinamarca (4,74%), que agrupan el 64,13%. Boyacá 3.53 % de la población total nacional (ICA, 2015).

#### **2.1.2. SISTEMA SILVOPASTORIL:**

Los sistemas silvopastoriles hacen parte de la agroforestería ganadera que combina en el mismo espacios árboles, arbustos, plantas forrajeras como pastos y forrajes (leguminosas, gramíneas y otras arvenses) con animales domésticos como ganado bovino, ovino, caprino, etc.

Los principales sistemas silvopastoriles investigados o desarrollados en forma empírica por los productores en Colombia son los arboles dispersos en potreros las cercas vivas, las barreras rompevientos en áreas ganaderas, los intensivos o de alta densidad arbórea, los bancos forrajeros mixtos para corte y las plantaciones forestales con pastoreo. (Murgueitio, 2010).

**Foto 1. Sistema Silvopastoril Modelo Cerca Viva con Aliso (*Alnus acuminata*).  
Finca California. Usme Cundinamarca.**



Fuente: (CORPOICA, 2009)

Los sistemas silvopastoriles buscan compatibilizar la actividad ganadera y forestal a nivel de predio. El sistema queda conformado por tres componentes:

Un componente forrajero (pastos)

Un componente leñoso (árboles)

Un componente animal (ganado).

Cada uno de los componentes genera efectos negativos (competencia) o positivos (facilitación) sobre los otros componentes. Para que el sistema perdure en el tiempo necesariamente deberán predominar los efectos positivos.

El correcto manejo de estos sistemas requiere un conocimiento acabado de las mencionadas interacciones y de la dinámica que estas tienen a lo largo del tiempo. Por ejemplo, cuando los árboles son pequeños compiten por agua y nutrientes con los pastos, a medida que van creciendo la competencia pasa de ser por agua y nutrientes a ser principalmente por luz. Con un correcto manejo de la cobertura arbórea (podas y raleos) podemos controlar el nivel de competencia por luz y asegurar la producción forrajera. (Ojeda, 2003).

#### **2.1.2.1. PRINCIPALES TIPOS DE SISTEMAS SILVOPASTORILES.**

### **Árboles Dispersos en Potreros.**

Este tipo de SSP es una asociación de arbustos, árboles y palmas con múltiples usos en el espacio de los potreros ganaderos. El origen de los arboles puede ser la siembra en diferentes densidades con cuidado deliberado del productor de su manejo y conservación. (Murgueitio, 2010).

### **Pastoreo o producción de forraje en plantaciones forestales.**

En esta modalidad se permite el crecimiento de los árboles hasta que alcancen un desarrollo suficiente como para no ser dañados cuando se introduzca el ganado.

### **Árboles en pastizales.**

En este modelo se introducen maderables de valor comercial, mejoradores del suelo o proveedores de sombra en pastizales ya establecidos.

### **Árboles y arbustos productores de forraje.**

A este modelo pertenecen los bancos de proteínas establecidos con leguminosas especialmente de los géneros *Leucaena*, *Gliricidia* y *Erythrina*, así como también *Trichanthera*. La anterior clasificación puede tener variantes o gradaciones, según se determinen espaciamientos diferentes, o arreglos especiales como por ejemplo los callejones o la disposición de árboles en hileras, tal como sucede en las cortinas rompevientos". (Vidal & Terán, 2013).

### **Bancos mixtos de forrajes.**

Este tipo de SSP se compone de varias especies arbóreas y arbustivas sembradas y manejadas en alta densidad (más de 10.000 por hectárea) cuyo propósito es obtener follajes (hojas y ramas verdes) para la alimentación de los animales. Normalmente, comparten áreas vecinas con pastos de corte, caña forrajera y cultivos similares que son utilizados en corte y picado, para uso fresco o conservación mediante secado (harinas) o ensilaje.

Se caracteriza por generar elevados contenidos de proteína, vitaminas y algunos minerales, que complementan la dieta ganadera básica, rica en fibras (energía). En lo posible, deben estar constituidos por varias especies y asociarse en cultivos de

consumo humano, árboles frutales, maderables y palmas. No requieren áreas muy grandes ya que demandan un manejo permanente con mano de obra y fertilización orgánica, y se deben localizar cerca de los corrales e instalaciones del ganado para evitar altos costos y esfuerzos y por el transporte cotidiano. (Murgueitio, 2010).

### **Cercas Vivas:**

Son siembras lineales de arbustos y árboles, que se siembran en forma perpendicular a la dirección principal del viento para reducir los efectos de la erosión eólica sobre el suelo; se utilizan como setos, división de lotes, linderos entre propiedades o barreras rompevientos. (Sánchez, 2009).

Este tipo de sistema silvopastoril se caracteriza porque los árboles se siembran en línea, separados por distancias cortas, se utilizan principalmente para marcar los linderos de fincas y para la división de potreros; contribuye al control de la erosión y los árboles pueden ser de una sola o de varias especies. (Murgueitio, 2013).

Son una práctica que comúnmente han desarrollado los productores en las explotaciones agrícolas y ganaderas de diversos países del mundo. Son una modalidad de los sistemas agroforestales que se basan en la plantación de árboles y arbustos en los linderos externos e internos de la finca.

Son árboles y arbustos que se siembran en hileras y que se utilizan para:

Proveer sombra al ganado.

Producción de forraje, madera, leña, semilla, material vegetativo y frutos.

Refugio de entomofauna benéfica. (Libreros, 2013).

Se practican en zonas ganaderas y sabanas. Es común encontrarlos especialmente en regiones con grandes corrientes de aire. Las cercas vivas se utilizan en la delimitación de fincas o lotes y para impedir el paso del ganado; las cortinas rompevientos se establecen para reducir la velocidad del viento o disminuir la erosión causada por el viento. A la vez la madera es utilizada para leña, postes, como forraje y en algunos casos para aserrío. (Vidal & Terán, 2013).

**Alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos:** Los ganaderos y agricultores han acumulado una amplia experiencia en la implantación y manejo del sistema “cercas

vivas”; cada especie tiene sus propias características de crecimiento, manejo y productos que se pueden obtener, tales como leña, madera, frutos, flores, forraje para el ganado vacuno y otros animales domésticos, principios medicinales y otros.

### **Generalidades.**

Las fronteras entre el concepto “cercas” y “setos vivos” son difíciles de precisar. Se considera que la palabra “cerca” es usada para indicar un surco o línea de plantas empleadas para sostener alambres, mientras que los setos son líneas de plantas más densas, que en la mayoría de los casos incluyen árboles, arbustos y plantas pequeñas, a los cuales generalmente no se les coloca alambres. Las cercas vivas son una modalidad de los sistemas agroforestales que se basan en la plantación de árboles y arbustos (en líneas), en los linderos externos e internos de las fincas.

La historia de su utilización en América es muy antigua; su empleo se remonta al período de la preconquista del nuevo mundo americano. Los agricultores indígenas de América Central y México, por ejemplo, ya plantaban gliricidia para cercos de cacao, así como plantas espinosas para la protección alrededor de sus propiedades.

Esta última tradición de la preconquista se hizo más importante después de la introducción de la ganadería por parte de España y antes de la invención de los alambres de púa, cuando eran muy utilizadas en Cuba las especies espinosas como cardón (*Euphorbia lactea*) y piña de ratón (*Bromelia pinguin*) como setos vivos, en las fincas de la floreciente ganadería del siglo XVIII. En varios países del mundo esta práctica desempeña un importante papel en la producción de productos forestales; tal es el caso de Inglaterra, donde la tercera parte del volumen bruto total de madera proviene de cercas vivas. En Costa Rica se ha logrado el establecimiento de varios miles de kilómetros de cercas vivas, lo que se evidencia cuando se calcula el número de árboles plantados anualmente en las cercas.

**Usos y ventajas:** El análisis de la práctica “cercas vivas” ha estado muy vinculado, fundamentalmente, a la que se considera su principal utilidad, que es no permitir el acceso de los animales y las personas a un determinado terreno; no obstante, sus usos y ventajas son múltiples.

**Tipos de Cercas Vivas:** Las cercas vivas pueden dividirse en dos categorías básicas; postes vivos de cercas y barreras vivas o setos:

**Postes Vivos de Cercas:** Están espaciados, son hileras únicas de plantas leñosas que son regularmente descopadas y que se usan en vez de los postes de metal o madera para sostener el alambre de púas, la guadua (bambú) u otros materiales. Los postes vivos de cercas se encuentran comúnmente en alambrados convencionales.

**Setos:** Son plantaciones lineales manejadas con diferentes espaciamientos y alturas, se plantan 3 o 4 por metro, a una distancia de 33 o 25 cm, entre sí. La altura final de la cerca se puede controlar con las podas, Cuando se deja cerrar el seto desde abajo no dejando espacios abiertos, es recomendable podar las plántulas antes de ser plantadas, para estimular el brote de ramas laterales, que son las encargadas de no dejar espacios abiertos en las partes bajas.

La poda se realiza cortando la yema terminal unos 2 a 4 cm., no es necesario podar las ramas laterales. Una segunda poda se puede hacer cuando las plantas hayan alcanzado 60 cm. La especie permite dar formas a la cerca mediante diferentes sistemas de poda. (Palomeque, 2009).

Estos dos tipos de cercas vivas básicas, setos y postes vivos de cercas a su vez se subdividen en:

#### **Tipos de cercas vivas según el objetivo que se requiera:**

**Cercas de delimitación:** Son las que tienen como objetivo principal proteger las parcelas ante las incursiones de los animales. Se deben caracterizar por una gran densidad de plantas que posean muchas ramas desde el suelo, preferiblemente espinosas. También se pueden hacer cercas combinadas de estacas grandes con plantas densas. (Ecured, 2015).

**Cercas antierosivas, forrajeras y aboneras:** Su principal objetivo es producir grandes cantidades de biomasa para forraje, arropo y abono verde, aunque también pueden servir de delimitación. Se señala que se requieren plantas muy productivas, con un sistema radical profundo y con tolerancia a las podas repetidas; en el caso de las antierosivas se necesitan altas densidades de siembra, mientras que las forrajeras y las aboneras pueden adoptar mayores distancias de plantación, sobre todo si los árboles se explotan por poda. (Ecured, 2015).

**Cercas rompevientos:** su función es proteger las parcelas cultivadas y los animales de la acción del viento.

Independientemente de que se conocen estos tipos de cercas vivas (según el objetivo de su uso en las explotaciones ganaderas y agrícolas), es necesario señalar que la concepción de estas según sus componentes varía y está vinculada con las tradiciones culturales, la adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas del material vegetativo nativo o introducido y con las posibilidades financieras del ganadero o agricultor. (Ecured, 2015).

### **Tipos de cercas vivas según sus componentes:**

Esta práctica agroforestal se podría dividir en tres partes:

**Cercas compuestas por plantas espinosas o arbustos:** Se siembran con distanciamientos reducidos, de forma tal que se cree una barrera impenetrable; generalmente se usan plantas que posean espinas, las cuales se plantan como especies únicas. En su formación se pueden colocar uno o dos cuerdas de alambre para su protección, aunque no es indispensable. Se explota mediante poda baja. (Ecured, 2015).

**Cercas compuestas por árboles:** Para su formación se pueden emplear estacas o postes de plantas con capacidad para rebrotar (práctica más usada), así como especies que se reproduzcan por semilla botánica; se siembran a distanciamientos mayores y están acompañadas por 3 ó 4 alambres de púa. Múltiples son las especies que se emplean, las cuales se observan en las cercas solas o en combinaciones. Es importante enfatizar en que esta es la forma más popular de establecer cercas vivas. Se explotan mediante poda. (Ecured, 2015).

**Cercas compuestas por árboles y arbustos:** Surgen de la combinación de ambas; para su formación se necesita una faja de terreno más ancha. Los árboles se plantan en una hilera central, flanqueada a uno o ambos lados por una doble hilera de arbustos.



Se usan generalmente los alambres de púa en la etapa inicial de formación. Se explota mediante poda baja. (Ecured, 2015).

### **Distancia de siembra de los árboles y arbustos:**

Distancia de 2 metros entre cada árbol, para un total de 50 árboles por cada 100 metros lineales de cerca.

Distancia de 2.5 metros entre cada árbol, para un total de 40 árboles por cada 100 metros lineales de cerca.

Distancia de 5 metros entre cada árbol, para un total de 20 árboles por cada 100 metros lineales de cerca. (Sánchez, 2009)

### **ARBOLES Y ARBUSTOS MÁS UTILIZADOS PARA CERCAS VIVAS:**

Matarratón, madero negro (*Gliricidia sepium*).

Acacia Mangium (*Acacia mangium*).

Leucaena, acacia blanca (*Leucaena leucocephala*).

Payandé, chiminando, gallinero (*Pithecellobium dulce*).

Samán, campano (*Pseudosamanea sama*).

Orejero, dormilón, guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*).

Cámbulo poró (*Erythrina poeppigiana*).

Cachimbo, pizamo, gallito (*Erythrina fusca*).

Cámbulo ornamental (*Erythrina rubrinervia*).

Guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Nacedero, madre de agua, quiebra barriga (*Trichantera gigantea*).

Papayuelo, yuco (*Cnidoscolus acutifolium*).

Cuji, doncello, algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Rojo, resucitado, árbol de navidad (*Malvaviscus arboreus*)

San joaquín, cyeno (*Hibiscus rosasinensis*).

Guayaba (*Psidium guajava*).

Ciruelo, jocote, hobo (*Spondias purpurea*).

Arrayán (*Myrcia popayanensis*).

Melina (*Gmelina arborea*).  
Aliso, abedul (*Alnus Acuminata*).  
Calabazo, mate (*Crescentia cujete*).  
Pata de vaca, casco de buey (*Bahuinia sp*).  
Botón de oro, mirasol (*Tithonia diversifolia*).  
Iguá, cedro amarillo (*Pseudosamanea guachapele*).  
Samana, campano (*Amanea saman*).  
Orejero, dormilón, guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*).  
Cámbulo poró (*Erythrina poeppigiana*).  
Payandé, chiminando, gallinero (*Pithecellobium dulce*).  
Urapán (*Myrcia popayanensis*).  
Nogal cafetero, moncoro, moho (*Cordia allidora*)  
Guamo (*Inga densiflora*).  
(Vidal & Terán, 2013).

## **LAS BARRERA ROMPEVIENTOS**

Son hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera, opuesta a la dirección predominante del viento, alta y densa que se constituye en un obstáculo al paso del viento. Se conocen también como barreras rompevientos, setos vivos o fajas de albergue, por refugiar a cierto tipo de fauna. Es una práctica para el control de la erosión eólica, se usa en áreas agrícolas, pastizales, áreas desprovistas de vegetación y en zonas urbanas.

Las cortinas rompevientos se emplean con la finalidad de reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios, reducir el movimiento del suelo, conservar la humedad, reducir la acción mecánica del viento sobre cultivos, huertas, ganado y fauna silvestre, regular las condiciones del microclima e incrementar la belleza natural de un área. (Vidal & Terán, 2013).

## **TIPOS DE BARRERA ROMPEVIENTOS.**

**INTERIORES:** Separan los sectores en que se divide el emprendimiento; son de composición simple, es decir de una sola especie arbórea.

**PERIMETRALES:** Bordean y protegen el contorno de la plantación; son de composición mixta, las especies arbóreas de altura son complementadas con especies de menor porte que cubren la parte baja de las primeras”. (Vidal, J.A & Terán, 2013).

**ARBOLES Y ARBUSTOS MÁS UTILIZADOS PARA CORTINAS ROMPEVIENTOS:**

**Foto 2. Acacia Mangium (*Acacia Mangium*).**



Fuente: (Victor Riascos, Archivo Cipav).

**Foto 3. Cedro, Cedro Blanco, Cedro del Caquetá (*Cedrela Odorata*).**



Fuente: (Victor Riascos, Archivo Cipav).

**Foto 4. Eucalyptus Grandis**

**Foto 5. Eucalyptus Tereticornis**

**Eucaliptus (*Eucalyptus Grandis* W. hill ex Maiden, *Eucalyptus Tereticornis* Sm).**



Fuente: (Victor Riascos, Archivo Cipav).

### **CERCAS VIVAS Y CORTINAS ROMPEVIENTOS.**

Se practican en zonas ganaderas y sabanas. Es común encontrarlos especialmente en regiones con grandes corrientes de aire. Las cercas vivas se utilizan en la delimitación de fincas o lotes y para impedir el paso del ganado; las cortinas rompevientos se establecen para reducir la velocidad del viento o disminuir la erosión causada por el viento. A la vez la madera es utilizada para leña, postes, como forraje y en algunos casos para aserrío. (Vidal & Terán, 2013).

### **2.1.2.2. Ventajas y beneficios que aporta la implementación del sistema silvopastoril:**

Producción de gramíneas y leguminosas de alta calidad, para la alimentación animal, y aumento de la producción de la biomasa vegetal.

En el trópico alto, en donde las praderas son conformadas generalmente por pasto Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*), en monocultivo o combinado con especies como Trébol Rojo (*Trifolium Pratense*), Trébol Blanco (*Trifolium Repens*) y Falsa Poa (*Holcus Lanatus*) , el establecimiento del sistema silvopastoril permite que el forraje se desarrolle bajo condiciones de sombra y poco viento, en un microclima, lo que permite que tienda a madurar más lentamente, se tarde más en lignificarse y presente una mayor digestibilidad en comparación con los forrajes que crecen en potreros sin sombra.

Alto índice de eficiencia de uso de la radiación solar y del suelo, relacionado con el aumento del área disponible para captar agua y nutrientes, debido al sistema radicular extendido y profundo del componente arbóreo.

Generación de un microclima que favorece la actividad biológica, lo que conlleva a un aumento de la población macro, meso y microfauna, esta última relacionada directamente con una mayor presencia de materia orgánica en el suelo.

Control de la erosión mediante la disminución de los efectos directos del sol, la lluvia y el viento, favoreciendo la permanencia de materia orgánica en la capa más superficial del suelo.

Disminución de los efectos del viento y las heladas; los arboles permiten la reducción de los efectos de las bajas temperaturas hasta en un 50% y pueden reducir la velocidad del viento hasta un 70%.

Fijación del nitrógeno atmosférico y su transformación para hacerlo disponible en las leguminosas, mediante la absorción por las bacterias (*Rhizobium*).

Mejoramiento de las características físicas del suelo (densidad, compactación y estructura); incremento del contenido de nutrientes y restablecimiento de flujos de elementos como fósforo, calcio, potasio y magnesio.

Mayor consumo voluntario en pastoreo, ya que por efecto de sombra se produce un termorregulación, reduciendo el estrés calórico de los animales; investigaciones recientes reportan un mayor aumento de peso en terneros pastando bajo plantaciones de aliso, debido a la protección del sol y el viento y a la mejor calidad nutritiva de los pastos y forrajes.

Protección del agua debido a que los árboles actúan como barreras que disminuyen la velocidad de escorrentía.

Los contenidos de (C) encontrados en los suelos donde se han implementado sistemas silvopastoriles, demuestran que estos potencialmente pueden configurarse como sumideros de carbono. (Sánchez, 2009).

### **Tipos de Siembra del SSP modelo cercas vivas y barreras rompevientos.**

Existen dos modelos a destacar:

**Tres Bolillos:** “Dícese de la colocación de las plantas puestas en filas paralelas de modo que las de cada fila correspondan a la mitad de los huecos de la fila inmediata, forman triángulos equiláteros”.

**Lineal:** Árboles y arbustos colocados estratégicamente en filas o líneas.

### **Siembra de Material de Vivero:**

Los arbolitos deben ser sembrados antes de que la raíz se enrosque o se salga de la bolsa.

La profundidad del hoyo debe ser mayor que la longitud de la raíz, se sugiere hacer hoyos de 15 centímetros por 15 centímetros y un mínimo de 35 centímetros de profundidad.

Las siembras se deben hacer preferiblemente en horas de la mañana o en horas de la tarde para evitar la deshidratación de los arbolitos.

En lo posible aplicar fertilizante orgánico (gallinaza, estiércol bovino compostado) en forma manual en cantidad de 250 gramos en cada hoyo.

Antes de realizar el transporte de los arboles es necesario podar las raíces que crecen por fuera de la bolsa.

En cada hoyo se debe plantar un árbol. Al realizar la siembra se debe asegurar el retiro de la bolsa plástica de cada arbolito; de lo contrario, el árbol no podrá crecer bien.

Al momento de la siembra de los arbolitos o estacas, se debe apretar bien el suelo alrededor, eliminando los espacios de aire.

Las plantas sembradas no deben quedar por debajo del nivel del suelo para evitar encharcamientos.

No dejar las bolsas plásticas en el suelo pues son peligrosas para los animales y contaminan el medio ambiente ya que este material no es biodegradable. (Murgueitio, 2010).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

A continuación se citan los términos más utilizados en este trabajo, para que el contenido sea entendible por el lector.

**Agroforestería:** “Ciencia que estudia las interrelaciones entre árboles, arbustos, plantas cultivadas y animales en un mismo espacio” (Murgueitio, 2010).

**Biomasa:** “Cantidad de materia viva producida en una área determinada de la superficie terrestre” (Murgueitio, 2010).

**Erosión:** La erosión del suelo es un fenómeno natural causante de la pérdida gradual de terreno. La erosión es el proceso por el cual las partículas del suelo se mueven de un sitio a otro por medio de la acción del agua, viento u otro efecto. Es un proceso natural hasta que el hombre interviene utilizando equipo mecánico y acelerando el mismo con el movimiento de terreno para usos agrícolas, desarrollo urbano y para cualquier otro tipo de construcción.

**Escorrentía:** En hidrología, la escorrentía es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. El agua pasa de ser vapor de agua contenido dentro de las masas de aire de la atmósfera, para luego convertirse en precipitación o lluvia. A su vez, el agua se evapora directamente desde el suelo, o es liberada en forma de vapor a través de las plantas (evapotranspiración). Otra parte del agua es infiltrada a través del suelo para alimentar a las aguas freáticas o subterráneas. Las aguas que logran mantenerse en movimiento sobre la superficie se convierten entonces en agua de escorrentía. (UNAD, 2011).

**Entomofauna:** La entomofauna es la fauna compuesta por insectos. La entomología se encarga de su estudio y clasificación.



**Erosión eólica:** La erosión eólica (erosión causada por la acción del viento). Este tipo de erosión se debe principalmente al sobrepastoreo que destruye o altera la vegetación natural, a la tala indiscriminada y a prácticas agrícolas inadecuadas. (Pnuma, 2003).

**Macrofauna:** Incluye a los invertebrados visibles a simple vista, que viven parcial o totalmente dentro del suelo o inmediatamente sobre él. (Lombrices de tierra, hormigas, milpiés, ciempiés, arañas, escarabajos, gallinas ciegas, grillos, chicharras, caracoles, escorpiones, chinches y larvas de moscas y mariposas). (Brown, 2001).

**Microclima:** Es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra, se crean especialmente en las áreas urbanas por medio de la implementación de sistemas silvopastoriles, con el fin de mitigar las emisiones de calor y gases de efecto invernadero. En un microclima se pueden modificar factores como: Temperatura, humedad, luz, vegetación, precipitación, nubosidad, viento, presión atmosférica. (García, 2014).

**Microfauna:** Son los más pequeños de la fauna del suelo, por lo tanto necesitan un microscopio para ser vistos. Los más importantes son los nematodos, rotíferos, bacterias y protozoos. El principal papel de la microfauna en el suelo es la disgregación de la materia orgánica y de la microflora. (García, 2014).

**Tres bolillos:** Dícese de la colocación de las plantas puestas en filas paralelas de modo que las de cada fila correspondan a la mitad de los huecos de la fila inmediata, forman triángulos equiláteros. (Murgueitio, 2010).

**Sumideros de carbón:** En términos generales, un sumidero de carbono o sumidero de CO<sub>2</sub> es un depósito natural o artificial de carbono, que absorbe el carbono de la atmósfera y contribuye a reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> del aire.

Los bosques del mundo son un gran sumidero de carbono. Deforestar implica reducir el tamaño de este sumidero, permitiendo que más dióxido de carbono permanezca en la atmósfera. Por otro lado, los recientes desarrollos tecnológicos permiten a los humanos

desarrollar un nuevo tipo de sumidero de carbono a través de la captura y el almacenamiento de carbono. (Seed, 2015).

## **2.3. MARCO LEGAL**

Existe normatividad que reglamentan las actividades agrícolas, pecuarias y del medio ambiente a nivel nacional. Esta normatividad debe ser tomada en cuenta a la hora de establecer un proyecto que involucre estas áreas. Entre esa normatividad se tienen las siguientes que componen el Marco legal y jurídico del medio ambiente y la actividad agropecuaria:

**2.3.1. LEY 99 DE DICIEMBRE 22 DE 1993** “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones”.

**2.3.1.1. ARTÍCULO 1° - PRINCIPIOS GENERALES AMBIENTALES.** La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables. 8. El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.

La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.

Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

**2.3.1.2. ARTÍCULO 3° DEL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE.** Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. (CORPOICA, 2015).

### **2.3.2. RESOLUCIÓN ICA 25 08 DE 2012**

“Por medio de la cual se actualizan los requisitos para el Registro Sanitario de Predios Pecuarios (RSPP) ante el ICA”.

El Gerente General del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en uso de sus facultades legales y en especial de las conferidas en el artículo 2° del Decreto número 1840 de 1994 y artículo 4 del Decreto número 3761 de 2009.

### **CONSIDERANDO:**

Que el Decreto número 1840 de 1994 establece que el ICA es responsable del manejo de la sanidad animal, vegetal del país, estableciendo todas las acciones y disposiciones que sean necesarias para la prevención, el control, erradicación, o manejo de enfermedades o cualquier otro organismo dañino, que afecte los animales y sus productos, actuando en permanente armonía con la protección y preservación de los recursos naturales.

Que la Resolución ICA número 1779 de 1998, *por medio de la cual se reglamenta el Decreto número 3044 del 23 de diciembre de 1997*, establece que toda finca ganadera debe estar registrada en la oficina del ICA, o entidad autorizada o acreditada más cercana al lugar donde esté ubicada, razón por la cual se deben actualizar los mecanismos para el cumplimiento de este requisito por parte de los ganaderos en el país.

Que la Resolución ICA número 880 de 2005, *por la cual se adopta el manual de procedimientos del sistema de vigilancia epidemiológica*, establece que todo propietario de predio destinado a explotaciones pecuarias está en la obligación de registrarlo ante el ICA, en la Oficina Local de la jurisdicción donde se encuentra ubicado el mismo. Adicionalmente, que toda actividad sanitaria realizada debe ser informada al ICA para su registro.

En virtud de lo anterior;

**RESUELVE:**

**Artículo 1°.** *Objeto.* Actualícese los requisitos para el registro sanitario de los predios pecuarios, mediante la modificación del artículo 2° de la Resolución número 1779 de 1998 y el artículo séptimo de la Resolución número 02129 de 2002.

**Artículo 2°.** *Campo de aplicación.* La presente resolución aplica a las personas naturales o jurídicas con predios productores de bovinos, bufalinos, porcinos, équidos, ovinos y caprinos.

**Artículo 3°.** *Definiciones:* Para efecto de la presente resolución, se adoptan las siguientes definiciones.

**Ganadero:** Toda persona natural o jurídica que posea, sea depositario o a cualquier título, tenga en su poder bovino, bufalino, porcino, équido, ovino y caprino.

**Registro Sanitario de Predio Pecuario (RSPP):** documento oficial que contiene la información de cada uno de los predios pecuarios del país, en el cual se precisan datos relacionados con el propietario o tenedor del predio, el predio, su ubicación geográfica, infraestructura, población animal existente, eventos o actividades sanitarias y movilización de animales. A dicho registro se le asignará un número constituido por los

códigos DANE del departamento, municipio y un número consecutivo de hasta cinco (5) dígitos. Este documento constituye una base para la gestión de la Autoridad Sanitaria y en ningún caso legitima o suplanta los documentos expedidos por la Autoridad competente para certificar la propiedad de los predios o legalizar la actividad comercial. (CORPOICA, 2012).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

El estudio desarrollado corresponde a una investigación experimental que se realizó en tres (3) fincas de la vereda Tobal y siete (7) fincas de la vereda Páramo del municipio de Tutazá Boyacá.

#### **3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:**

El municipio de Tutazá se encuentra ubicado sobre la cordillera oriental al nor-orienté del departamento de Boyacá, en la ruta Tunja, Duitama y Sogamoso. Limita por el norte con el municipio de Sativa Norte, por el occidente con el departamento de Santander, al sur con el municipio de Belén y al orienté con Paz del Río.

Está conformado por nueve veredas que son: Alizal, Cartavita, Centro, Pargua, Parguita, Peña Negra, Tobal, Páramo y Llano del Carmen. Por su conformación topográfica, presenta los pisos térmicos frío y páramo, está bañado por los ríos Mocharí y Pargua, además de varias fuentes menores y con grandes extensiones de páramo. Dista del Municipio de Belén a 13 km, de Duitama 40 km, de Tunja 95 km, y de Bogotá 240 km. Posee una pequeña extensión urbana de 35 km<sup>2</sup> y una rural de 100 km<sup>2</sup>. La altura promedio del municipio se encuentra entre los 2600 y 4000 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 8-14 ° C.

**Foto 6. Imagen Satelital del Municipio de Tutazá.**



### **3.3. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN O MUESTRA**

Se eligieron las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá –Boyacá, por ser dos de las veredas del municipio de Tutazá donde se presenta escasa cobertura arborea y suelos desprotegidos vulnerables a la erosión eólica.

#### **3.3.1. Población-Descripción-Importancia**

Se seleccionaron Tres (3) fincas en la vereda Tobal y Siete fincas (7) en la vereda Páramo del municipio de Tutazá Boyacá. Realizando una descripción general de las fincas seleccionadas son fincas que presentan una escasa cobertura arbórea, suelos vulnerables a procesos erosivos, helados, granizados y encharcamientos, condiciones adversas producto del cambio climático.

#### **3.3.2. Muestra-Tratamientos-Tamaños-Diseño- Justificación de la Muestra**

Muestra. Se tomaron para la fase de implementación 10 fincas, 3 ubicadas en la vereda Tobal y 7 en la vereda Parámo del municipio de Tutazá Boyacá.

**Tabla 1. Descripción de las fincas.**

<b>Fincas vereda el Páramo</b>			
<b>Finca</b>	<b>Extensión/ Hectáreas</b>	<b>Topografía</b>	<b>Dedicación</b>
Villa Hermosa	10 hectáreas	Montañosa	Agricultura (papa, quinua y hortalizas) y ganadería bovina
Finca Mocharía	15 hectáreas	Montañosa	Agricultura (papa, quinua y hortalizas) y ganadería bovina.
Finca la Libertad	10 hectáreas	Montañosa	Explotación agrícola (papá, arveja, mora, hortalizas, etc.) y ganadera( caprinos, ovinos y bovinos).
Finca el Recuerdo	8 hectáreas	Montañosa	Explotación de ganado bovino.
Finca los Pinos	4 hectáreas	Montañosa	Ganadería bovina
Finca Mesitas	6 hectáreas	Montañosa	Agricultura (papa) y explotación de ganado bovino.
Finca el Llano	4 hectáreas	Plana	Agricultura (papa) y explotación de ganado bovino.
<b>Fincas vereda el Tobal</b>			
Finca el Mortiño	6 hectáreas	Montañosa	Producción agrícola (papa) y pecuaria (ganado bovino).
Finca Quebraditas	8 hectáreas	Montañosa	Producción agrícola (papa) y explotación de ganado bovino;
Finca Villa Blanca	5 hectáreas	Montañosa	Explotación de ganado bovino

Fuente: (Sisa, 2016).

Las diez fincas presentan escasa cobertura arborea y suelos desprotegidos vulnerables a la erosión eólica.

### 3.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 3.4.1. Fuentes Primarias

La investigación fue adquirida por observación, registros de campo y conceptos profesionales de expertos en el tema.

#### 3.4.2. Fuentes Secundarias

Para la presentación el desarrollo del trabajo teórico y escrito fue necesario tomar información de textos especializados, revistas y folletos especializados e internet.

### 3.5. MATERIALES DE CAMPO

Se utilizaron los siguientes materiales:

Tres (3) fincas en la vereda Tobal y Siete fincas (7) en la vereda Páramo del municipio de Tutazá.

Fincas vereda Páramo:

**Finca Villa Hermosa:** Cuenta con una extensión de 10 hectáreas, presenta suelos franco-limosos y franco-arcillosos.

**Finca Mocharía:** Cuenta con una extensión aproximada de 15 hectáreas, presenta suelos franco- limoso y franco arcillosos.

**Finca la Libertad:** Cuenta con una extensión aproximada de 10 hectáreas, presenta suelos franco-arcillosos y franco-limosos.

**Finca el Recuerdo:** Cuenta con una extensión aproximada de 8 hectáreas, presenta suelo franco-limoso y franco-arcilloso.

**Finca los Pinos:** Cuenta con una extensión aproximada de 4 hectáreas, presenta suelos franco-arcillosos y franco- limosos.

**Finca Mesitas:** Cuenta con una extensión aproximada de 6 hectáreas, presenta suelos franco-limosos y franco-arcillosos.

**Finca el Llano:** Cuenta con una extensión aproximada de 4 hectáreas, presenta suelos franco-limosos y franco-arcillosos.

Fincas vereda Tobal:

**Finca el Mortiño:** Cuenta con una extensión aproximada de 6 hectáreas, presenta suelos franco-limosos y franco-arcillosos.



**Finca Quebraditas:** Cuenta con una extensión aproximada de 8 hectáreas, presenta suelos franco-arcilloso y franco limosos.

**Finca Villa Blanca:** Cuenta con una extensión aproximada de 5 hectáreas, presenta suelos franco-limosos y franco-arcillosos.

**-Material arbóreo:** Las especies que se utilizaron son las siguientes:

**Aliso** (*Alnus acuminata*): Subsp acuminata es una especie arbórea que pertenece a la familia de las betuláceas. Árbol hasta de 20 m de altura, tronco único desde la base, a veces varios, corteza escamosa, gris, con lenticelas observables a simple vista, el follaje es perenne cuando crece en quebradas húmedas y caducifolias en ladera semisecas.

Hojas: alternas, simples, ovoideas, algo resinosas, con el ápice acuminado y el borde aserrado.

Flores: unisexuales, masculinas y femeninas sobre un mismo árbol, pero en inflorescencias diferentes, flores masculinas agrupadas en amentos, péndulos, flores femeninas con brácteas formando un cono estrobiliforme.

Frutos: nueces pequeñas, aladas, protegidas dentro del estróbilo leñoso, liberadas a la madurez y diseminadas por el viento y el agua. (Burgos, 2015).

Especie propia de clima frío, cumple la misma función que las leguminosas, absorbe el nitrógeno atmosférico y lo filtra al suelo por acción de las bacterias *Rhizobium*; igualmente ayuda en la conservación de las fuentes hídricas, ya que cumple la función de retener el agua lluvia gracias a sus raíces ramificadas. (Sisa, 2015).

**Tilo** (*Tilia platyphyllos*): Es una especie que se adapta muy bien a clima frío y su principal función en el sistema silvopastoril cercas vivas, es de ramoneo por parte del ganado y cerca viva. (Sisa, 2015).

**Roble:** El **roble colombiano** o **roble andino** (*Quercus humboldtii*) es una especie de árbol de la familia *Fagaceae*. Tienen los estilos largos, las bellotas madura en 18 meses

y tienen un sabor muy amargo. Las hojas suelen tener lóbulos con las puntas afiladas, con cerdas o con púas en el lóbulo.

Es un árbol perenne, que crece hasta una altura de 25 m y un diámetro de 1 m. Su corteza es gris rojiza o gris, con fisuras en escamas como cuadrículas. Las hojas son simples, alternas y lanceoladas, de 10 a 20 cm de longitud y agrupadas en los extremos de las ramas. Las flores son pequeñas, amarillas y unisexuales, con inflorescencia en racimo. El fruto es de color castaño claro, una cápsula ovoide o de bellota, con pericarpio coriáceo, de 20 a 25 mm de diámetro y 50 a 70 mm de largo, sobre una cúpula escamosa. El interior de la cáscara de bellota es de velludo. (Burgos, 2015).

**Material de apoyo:** registros de las fincas y de uso continuo durante el proceso investigativo, libreta de apuntes, cámara fotográfica, computador, botas, overol y demás implementos necesarios para el trabajo de campo y de oficina.

### **3.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Entre los instrumentos de recolección de datos figuran apuntes, registros de campo previamente elaborados (anexos) y programado, los cuales contaban de planillas de control de registro, con el fin de recolectar la información necesaria en forma secuencial respecto a los objetivos y el proceso investigativo.

### **3.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los instrumentos que se implementarán para la recolección de datos serán registros diarios, semanales y los necesarios y finales del proceso investigativo.

### **3.8. TÉCNICAS DE CAMPO**

Este proyecto se desarrolló en las veredas Tobal Y Páramo del municipio de Tutazá-Boyacá, se seleccionaron 10 fincas distribuidas de la siguiente manera: siete (7) fincas ubicadas en la vereda Páramo y tres (3) Fincas en la vereda Tobal.

Lo primero que se hizo fue visitar a algunos habitantes de las veredas páramo y Tobal del municipio de Tutazá-Boyacá; con el fin de motivarlos e incentivarlos a implementar el sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en sus fincas; se les explico que es un sistema silvopastoril modelo cercas vivas y barreras rompevientos, sus ventajas y beneficios a futuro, y los pasos a seguir si querían ser parte de dicho proyecto.

**Foto 7 -8 Visita a habitantes Veredas Parámo y Tobal Tutazá Boyacá.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Veredas Páramo y Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.

Posteriormente se seleccionaron 10 beneficiarios tres (3) en la vereda Tobal y siete (7) en la vereda Parámo; las condiciones particulares que se tuvieron en cuenta en el momento de elegir las fincas fue: la aprobación por parte del usuario que quería ser partícipe del proyecto, actitud e interés que este demuestro con relación a la implementación del SSP y verificación que efectivamente poseía el terreno para sembrar los árboles y que este presenta una escasa cobertura arbórea y suelos desprotegidos susceptibles a procesos erosivos.

Posteriormente se realizaron capacitaciones a los beneficiarios, estas capacitaciones fueron en forma de talleres constructivos; el objetivo de este modelo de capacitación era conocer que concepto tenían los usuarios de un sistema silvopastoril, que es un

modelo silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos; igualmente conocer su opinión con relación a beneficios y limitantes que tiene a futuro este tipo de sistema, socializar sus ideas y realizar una retroalimentación, despejando dudas y comentarios.

Luego se realizó la entrega del material arbóreo a los usuarios, doscientos arboles por beneficiario; las especies utilizadas en la implementación del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos fueron: Aliso (*Alnus acuminata*), Tilo (*Tilia platyphyllos*) y Roble (*Quercus humboldtii*). Unas de las razones que se destacaron en el momento de seleccionar estas tres especies para implementar el SSP (Sistema silvopastoril) modelo cercas vivas y barreras rompevientos fueron las siguientes:

1. Se eligió Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) por su crecimiento relativamente rápido con relación a especies como el Mortiño y Arrayán (*Myrcia popayanensis*); igualmente por sus beneficios que aportan al ecosistema, características que les ha permitido su difusión y aceptación en la región de trópico alto.
2. El Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) fueron las especies preferidas por los beneficiarios, ante las demás especies que se les sugirieron.
3. Se optó también por el Roble (*Quercus humboldtii*) como especie maderable, porque aporta más beneficios que el eucalipto y el pino; igualmente fue un desafío porque en la zona nunca antes se había sembrado roble (*Quercus humboldtii*); pero al final tuvo una buena aceptación por parte de los usuarios. El Roble (*Quercus humboldtii*) es una especie que está en vías de extinción, la especie (*Quercus humboldtii*) es nativa de Colombia y Panamá razón fundamental para implementar esta especie en la implementación del SSP modelo cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas Parámo y Tobal del municipio de Tutazá- Boyacá.

Las especies arbóreas utilizadas en la implementación del SSP fueron traídas del vivero de CORPOBOYACA ubicado en la ciudad de Tunja-Boyacá.

**Foto 9. Implementación Sistema Silvopastoril Cercas Vivas y Barreras Rompevientos**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Recuerdo vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

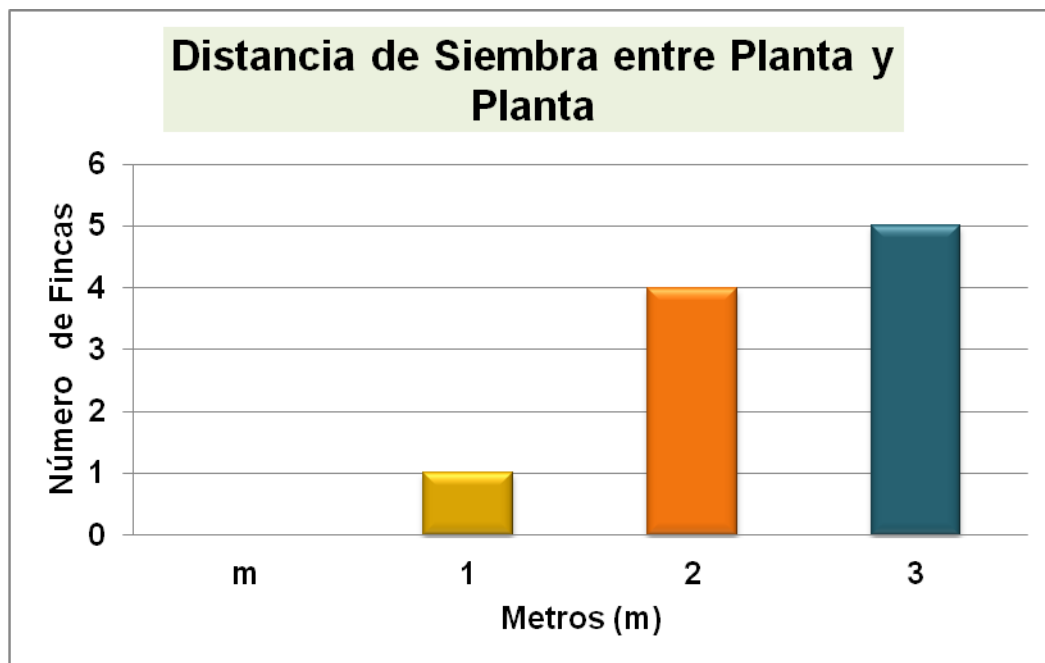
Posteriormente se procedió a la siembra de los árboles e implementación del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas y Tobal del municipio de Tutazá- Boyacá.

**Tabla 2. Distancias de siembra entre planta y planta:**

<b>Distancia de Siembra entre Planta y Planta</b>	
<b>Finca</b>	<b>Distancia en Metros (m)</b>
<b>Finca Villa Hermosa</b>	<b>3m</b>
<b>Finca Mocharúa</b>	<b>3m</b>
<b>Finca la Libertad</b>	<b>3m</b>
<b>Finca el Recuerdo</b>	<b>2m</b>
<b>Finca los Pinos</b>	<b>3m</b>
<b>Finca Mesitas</b>	<b>2m</b>
<b>Finca el Llano</b>	<b>1m</b>
<b>Finca el Mortiño</b>	<b>2m</b>
<b>Finca Quebraditas</b>	<b>2m</b>
<b>Finca Villa Blanca</b>	<b>3m</b>

Fuente: (Sisa, 2015).

**Gráfica 1. Distancia de Siembra**



Fuente: (Sisa, 2016).

En cinco de las diez fincas donde se implementó el sistema silvopastoril modelo cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas Tobal y Parámo del municipio de Tutazá-Boyacá, se utilizó una distancia de siembra entre planta y planta de 3m, en cuatro fincas la distancia de siembra entre planta y planta se efectuó a 2m y tan solo en una de las diez fincas donde se implementaron dichos sistemas se hizo a 1m. Esto corresponde a un porcentaje de 50%, 40% y 10% respectivamente; es de destacar que (2) dos de las (4) cuatro fincas donde se empleó una distancia de siembra entre planta y planta de 2m están ubicadas en la vereda de Tobal.

**Foto 10. Se evidencia realización del plateo.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mesitas vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

### **Plateo.**

Es la limpieza del área donde se va a sembrar el árbol; se recomienda que este tenga al menos 50 cm de diámetro, para minimizar la competencia del árbol con especies herbáceas por agua y nutrientes. A menor tamaño del arbolito mayor diámetro de plateo y a mayor tamaño del arbolito menor diámetro de plateo.

**Tabla 3. Diámetro de Plateo.**

<b>Diámetro de Plateo</b>	
<b>Especie</b>	<b>Diámetro en centímetros (cm)</b>
<b>Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)</b>	<b>50 cm</b>
<b>Tilo (<i>Tilia platyphyllos</i>)</b>	<b>50 cm</b>
<b>Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)</b>	<b>60 cm</b>

Fuente: (Sisa, 2015).



**Foto 11. Se evidencia el ahoyado.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Villa Hermosa vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

### **Ahoyado.**

Teniendo en cuenta las condiciones de compactación de las praderas, se utilizaron hoyos de 30cm de largo x 30cm de ancho x 30 cm de ancho x 30cm de profundidad para el Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*), y para el Roble (*Quercus humboldtii*) se utilizaron hoyos de 40cm de largo x 40cm de ancho x 40cm de profundidad; con repique en el fondo para facilitar el desarrollo de la raíz, este espacio permite la colocación del árbol , la penetración de las raíces, la captura de humedad t la inclusión de fertilizantes y correctivos.



**Foto 12. Ahoyado Roble (*Quercus humboldtii*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Recuerdo vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 13. Ahoyado (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*).**



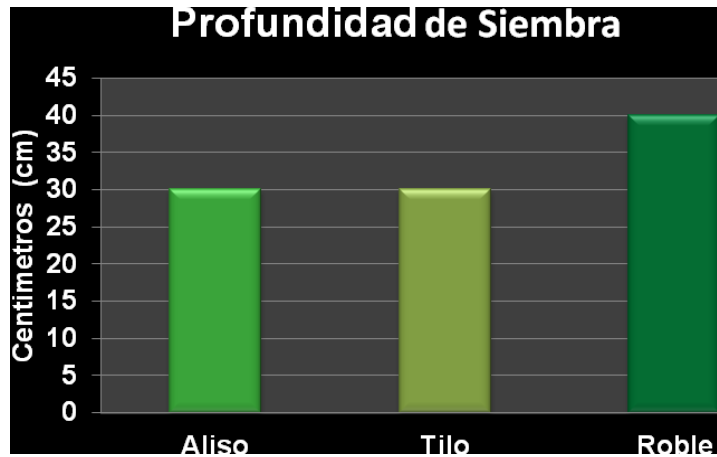
[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mocharías vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Tabla 4. Profundidad de Siembra**

Profundidad de Siembra	
Especie	Profundidad en centímetros (cm)
<b>Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)</b>	<b>30 cm</b>
<b>Tilo (<i>Tilia platyphyllos</i>)</b>	<b>30 cm</b>
<b>Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)</b>	<b>40 cm</b>

Fuente: (Sisa, 2016).

**Grafica 2. Profundidad de siembra.**



Fuente: (Sisa, 2016).

**Foto 14. Aplicación de Fertilizante.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mesitas vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 15. Aplicación de Hidroretenedor.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mocharía vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

El fertilizante se aplicó en el fondo del hoyo y se cubrió con una capa de tierra para evitar el contacto con la raíz, evitando posible mortalidad por muerte radicular; el hidroretenedor se aplicó en forma de corona en el cuello del árbol para evitar contacto con la raíz y mejor absorción y retención del agua. La cantidad de fertilizante e hidroretenedor que se empleó según la especie fue establecida por un ingeniero agrónomo.

El fertilizante empleado en la siembra de los árboles se llama Ecofétil y tiene la siguiente composición:

**Tabla 5. Composición del fertilizante.**

<b>ECOFERTIL (Fertilizante Mezclado NPK, Granulado Uso Agrícola)</b>	
<b>Composición</b>	
<b>Nitrógeno Total (N)</b>	15.0%
<b>Nitrógeno Amoniacal (N)</b>	3.0%
<b>Nitrógeno Ureico (N)</b>	12.0%
<b>Fosforo Asimilable (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	15.0%
<b>Potasio Soluble en Agua (K<sub>2</sub>O)</b>	15.0%
<b>Magnesio (MgO)</b>	5.0%
<b>Azufre Total (S)</b>	5.0%

Fuente: (Sisa, 2016).

**Tabla 6. Aplicación de Fertilizantes y Enmiendas**

<b>Aplicación de Fertilizantes y Enmiendas</b>	
<b>Cantidad Abono Ecofétil</b>	
<b>Especie</b>	<b>Cantidad de Fertilizante Utilizado en Gramos (Grs)</b>
<b>Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)</b>	<b>50 Grs</b>
<b>Tilo (<i>Tilia platyphyllos</i>)</b>	<b>50 Grs</b>
<b>Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)</b>	<b>60 Grs</b>
<b>Cantidad de Hidroretenedor</b>	
<b>Especie</b>	<b>Cantidad de Hidroretenedor Utilizado en Gramos (Grs)</b>
<b>Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)</b>	<b>1.0 Grs</b>
<b>Tilo (<i>Tilia platyphyllos</i>)</b>	<b>1.0 Grs</b>
<b>Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)</b>	<b>1.5 Grs</b>

Fuente: (Sisa, 2016).



## **Siembra.**

Principalmente se verificó que el árbol tuviese una buena humedad, que el hueco donde se iba a depositar fuera acorde con su tamaño, luego se procedió a echar el abono en el fondo del hueco según la cantidad recomendada para cada especie por el profesional, se cubrió con una capa de tierra para evitar el contacto con la raíz, posteriormente se retiró la bolsa que lo cubría, se rompió por su haz evitando cualquier daño en las raíces y desboronamiento de la tierra que conforma el árbol, después se cubrió el hoyo con la tierra extraída, teniendo en cuenta de desterronarla para que quedara lo más fina posible, luego se fue adicionando por capas realizando una presión suave para eliminar el exceso de aire; en la capa donde comienza el cuello del árbol se adiciono el hidroteenedor esto con el fin de evitar el contacto con la raíz y propiciar una mejor absorción y retención del agua. Se tuvo en cuenta que el cuello de la raíz quedara a ras de la superficie para evitar encharcamientos y muerte por desecamiento del mismo.

**Foto 16. Se evidencia el proceso de eliminación de la bolsa.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca los pinos vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 17. Adición y apisonamiento de tierra.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Recuerdo vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 18. Finca Mocharúa. Siembra de Aliso (*Alnus acuminata*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mocharúa vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 19. Se evidencia el ahoyado.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Villa Hermosa vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 20. Medida de hoyos.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca los Pinos vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.



**Foto 21. Siembra de Tilo (*Tilia platyphyllos*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca la Libertad vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 22. Siembra de Tilo (*Tilia platyphyllos*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Llano vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.



**Foto 23. Siembra de Tilo (*Tilia platyphyllos*) y Aliso (*Alnus acuminata*).**



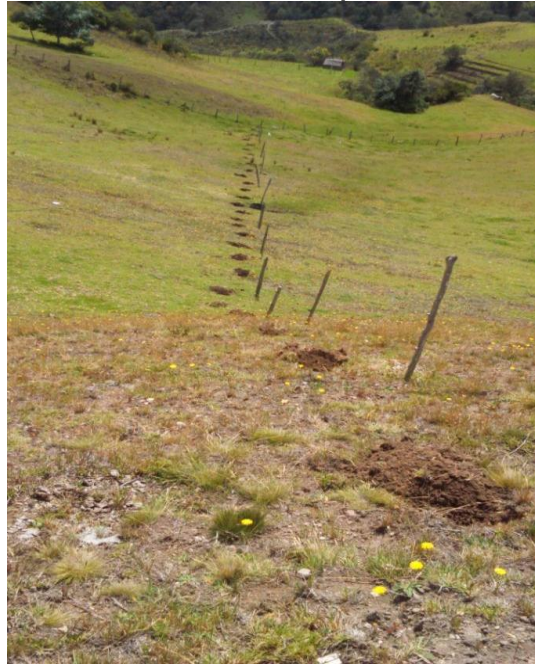
[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Villa Blanca vereda Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 24. Finca Quebraditas. Siembra de Aliso (*Alnus acuminata*) y Roble (*Quercus humboldtii*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Quebraditas vereda Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 25. Siembra de Aliso (*Alnus acuminata*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Mortiño vereda Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Tabla 7. Cantidad de fincas atendidas por vereda.**

<b>Finca</b>	<b>Vereda</b>
<b>Finca Villa Hermosa</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca Mocharí</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca la Libertad</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca el Recuerdo</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca los Pinos</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca Mesitas</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca el Llano</b>	<b>Páramo</b>
<b>Finca el Mortiño</b>	<b>Tobal</b>
<b>Finca Quebraditas</b>	<b>Tobal</b>

<b>Finca Villa Blanca</b>	<b>Tobal</b>
---------------------------	--------------

Fuente: (Sisa, 2016).

**Tabla 8. Cantidad de plantas sembradas por especie.**

<b>Especie</b>	<b>Número de plantas</b>
<b>Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)</b>	<b>1600</b>
<b>Tilo (<i>Tilia platyphyllos</i>)</b>	<b>300</b>
<b>Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)</b>	<b>100</b>

Fuente: (Sisa, 2016).

**Tabla 9. Cantidad de árboles sembradas en cada finca.**

<b>Finca</b>	<b>Especie</b>					
	<b>Aliso</b>	<b>Número</b>	<b>Tilo</b>	<b>Número</b>	<b>Roble</b>	<b>Número</b>
<b>Finca Villa Hermosa</b>	X	200				
<b>Finca Mocharí</b>	X	200				
<b>Finca la Libertad</b>			X	200		
<b>Finca el Recuerdo</b>	X	200				
<b>Finca los Pinos</b>	X	150			X	50
<b>Finca Mesitas</b>	X	200				
<b>Finca el Llano</b>	X	100	X	100		
<b>Finca el Mortiño</b>	X	200				
<b>Finca Quebraditas</b>	X	200				
<b>Finca Villa Blanca</b>	X	150				50

		<b>1600</b>		<b>300</b>		<b>100</b>
<b>Total Material Sembrado</b>	<b>2000 plantas</b>					

Fuente: (Sisa, 2016).

**Tabla 10. Análisis de mortalidad**

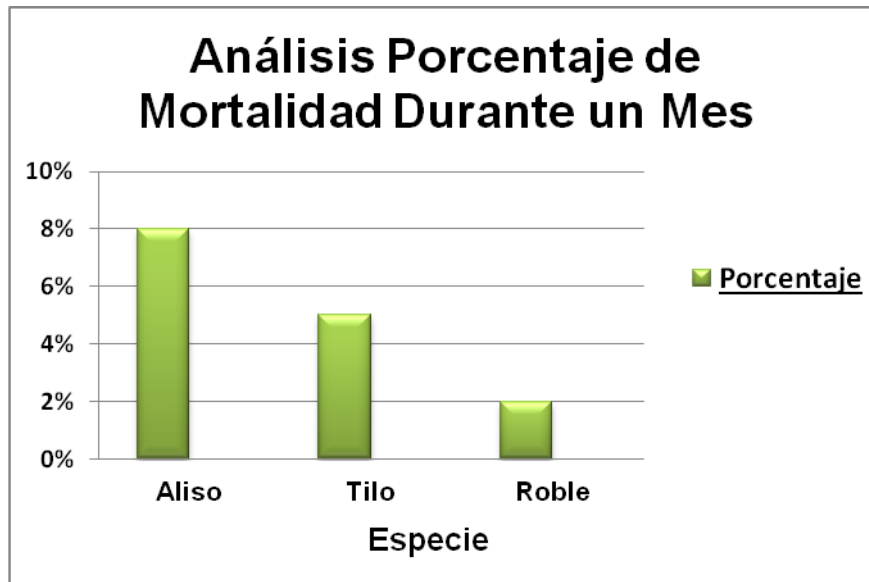
Finca	Especie de Material Muerto						Cantidad Total
	Aliso	Cantidad	Tilo	Cantidad	Roble	Cantidad	
<b>Finca Villa Hermosa</b>	<b>X</b>	<b>21</b>					<b>21</b>
<b>Finca Mocharúa</b>	<b>X</b>	<b>13</b>					<b>13</b>
<b>Finca la Libertad</b>			<b>X</b>	<b>10</b>			<b>10</b>
<b>Finca el Recuerdo</b>	<b>X</b>	<b>10</b>					<b>10</b>
<b>Finca los Pinos</b>	<b>X</b>	<b>11</b>			<b>X</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Finca Mesitas</b>	<b>X</b>	<b>14</b>					<b>14</b>
<b>Finca el Llano</b>	<b>X</b>	<b>5</b>	<b>X</b>	<b>5</b>			<b>10</b>
<b>Finca el Mortiño</b>	<b>X</b>	<b>15</b>					<b>15</b>
<b>Finca Quebraditas</b>	<b>X</b>	<b>12</b>					<b>12</b>
<b>Finca Villa Blanca</b>	<b>X</b>	<b>11</b>			<b>X</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Total Material Muerto</b>		<b>112</b>		<b>15</b>		<b>2</b>	<b>129</b>

Fuente: (Sisa, 2016).

En este cuadro se evidencia la cantidad de material arbóreo muerto en cada finca durante un mes después de la siembra, la mayor tasa de mortalidad se obtuvo en la finca Villa Hermosas con 21 árboles muertos correspondiente a un 10.5 % y la menor en las fincas la Libertad, el Recuerdo y el Llano correspondiente a un 5%. El fenómeno

climático “El Niño” 2015 impactó negativamente a la alta montaña, reporte meteorológico IDEAM. (IDEAM 2017)

**Grafica 3. Análisis porcentaje de mortalidad durante un mes.**



Fuente: (Sisa, 2016).

En la gráfica se evidencia que la especie con el más alto índice de mortalidad fue el Aliso (*Alnus acuminata*) con el 7%, mientras que la tasa más baja de mortalidad fue la del roble (*Quercus humboldtii*) con el 2%. Técnicamente el Aliso (*Alnus acuminata*) es la especie más sensible en comparación con el roble (*Quercus humboldtii*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) por pertenecer a la familia de las leguminosas las cuales son muy vulnerables a las heladas y cambios bruscos de clima.

#### **4.1. BENEFICIARIOS**

Los principales beneficiarios fueron 10 (diez) habitantes de las veredas Páramo y Tobal del municipio de Tutazá-Boyacá, los cuales se seleccionaran para implementar en sus fincas el sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos, igualmente las

personas que residen a su alrededor quienes podrán ver el proceso y los resultados de este proyecto y posteriormente emplearlo en sus fincas.

## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 11. Costos de implementación del proyecto

COSTO MATERIALES E INSUMOS			
Costo Material Arbóreo			
Especie	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> )	1800	\$800	\$1´440.000
Tilo ( <i>Tilia platyphyllos</i> )	300	\$800	\$240.000
Roble ( <i>Quercus humboldtii</i> )	100	\$1000	\$100.000
Costo Total Material Arbóreo		\$1´780.000	
Costo Abono e Hidroretenedor			
Insumo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Abono Ecofertil	3 Bultos	\$70.000	\$210.000
Hidroretenedor	5 Bolsas	\$35.000	\$175.000
Costo Total Abono e Hidroretenedor		\$385.000	
Costo Mano de Obra			
Tipo de Trabajo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Siembra de Arboles	33 Jornales	\$20.000	\$660.000
Costo Total Mano de Obra		\$660.000	
Costo Transporte			



Distancia	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Paipa-Tutazá (Vereda el Parámo).	1 Viaje	\$250.000	\$250.000
Total Costo Transporte		\$250.000	
Costos Totales			
Costo Total Material Arbóreo		\$1´780.000	
Costo Total Abono e Hidroretenedor		\$385.000	
Costo Total Mano de Obra		\$660.000	
Costo Total Transporte		\$250.000	
Total Costos		\$3´075.000	

Fuente: (Sisa, 2016).

## **6. IMPACTO**

El impacto de la implementación del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos después de las visitas, capacitaciones y desarrollo práctico del proyecto por parte de los beneficiarios de las veredas Páramo y Tobal del municipio de Tutazá-Boyacá fue la aceptación de dicha práctica teniendo una gran acogida en la zona y sus alrededores, se creó conciencia de sus beneficios: controlar los procesos erosivos, específicamente los causados por la erosión eólica y contribuir a mitigar las malas prácticas agrícolas y ganaderas existentes en la zona y sus alrededores; a nivel municipal, regional y de la ganadería, contribuir de manera directa a la recuperación, conservación y protección de los recursos ambientales existentes, de una forma económicamente rentable y ambientalmente sostenible.

Teniendo en cuenta que en un sistema silvopastoril existe una interacción entre sus componentes, donde todos se aportan y todos se benefician; en un futuro en las fincas donde se implementó el SSP modelo cerca vivas y barreras rompevientos se espera obtener pasturas de mayor calidad nutritiva, menor emisión de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>, un microclima que brinde bienestar animal y por ende una explotaciones ganaderas productivas y rentables.

El objetivo general es mejorar en el mediano y largo plazo las condiciones de productividad y rentabilidad de las explotaciones.



## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

Se concluye que la motivación y aprobación por parte de los habitantes de las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá- Boyacá sobre la importancia de implementar el sistema silvopastoril (SSP) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en clima frío, sus ventajas y beneficios a futuro al finalizar este proyecto fue satisfactoria, fueron muchas las personas que quisieron hacer parte de la implementación de este tipo de sistema en sus fincas, mostrando gran interés y sentido de pertenencia por el mismo.

Con la realización de este proyecto se concluye que se generó conciencia en los habitantes de las veredas Tobal y Páramo del municipio de Tutazá sobre la importancia y beneficios a futuro de implementar este tipo de sistemas en sus fincas, ya que se obtuvo una gran acogida por parte de los habitantes de esta zona.

Con la ejecución de este proyecto se concluye que el análisis de mortalidad de las especies Aliso (*Alnus acuminata*), roble (*Quercus humboldtii*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) en el transcurso de un mes, es un tiempo muy corto para evidenciar la tasa de mortalidad real en la implementación de un sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en clima frío.

### **7.2. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con la realización de este proyecto se recomienda sembrar los árboles en época de lluvia para obtener una tasa de mortalidad mínima y así evitar incremento de costos mediante la resiembra.

De acuerdo con los resultados obtenidos con el establecimiento del sistema silvopastoril cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas Páramo y Tobal del municipio de

Tutazá-Boyacá, se recomienda a las personas que quieran establecer este tipo de sistema en sus fincas optar por la especies Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Tilia platyphyllos*) por su fácil adaptación, buen desarrollo de crecimiento y múltiples beneficios que aportan a los animales, suelo y al medio ambiente en general con relación a otras especies nativas de la región como el Arrayan, Mortiño, Tuno, Encino, etc.

Al finalizar la implementación del sistema silvopastoril se recomienda a los beneficiarios seguir cuidando los arboles: cercarlos para evitar daños por parte de los animales, realizarles su respectivo plateo, tutoreo, poda; por lo menos durante dos años.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

### 8.1. BIBLIOGRAFIA

Murgueitio, E. (2010). *Módulo Sistemas Silvopastoriles*. Bogotá Colombia. Sanmartín Obregón & Cía.

Sánchez, L. Amado, G.M. Criollo, P.J. Carvajal, T. Roa, J. Cuesta, A. Conde, A. Umaña, A. Bernal, & L.M. Barreto, L. (2009). *El Aliso (Alnus Acuminata H.B.K.) Como Alternativa Silvopastoril en el Manejo Sostenible de Praderas en el Trópico Alto Colombiano*. Colombia. Produmedios.

### 8.2. WEBGRAFIA

Brown, G.G. Fragoso, C. Barois, I. Rojas, P. Patron, J.C. Bueno, J. Moreno, A.G. Lavelle, P. Ordaz, V. & Rodriguez, C. (2001). *Diversidad y Rol Funcional de la Macrofauna Edáfica en los Ecosistemas Tropicales Mexicanos*. Recuperado de [http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI\\_SistFiloBioDiverAntrop/julian\\_bueno/Brown2001.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_SistFiloBioDiverAntrop/julian_bueno/Brown2001.pdf)

Burgos, A.B. (2015). *Alnus Acuminata*. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=download&collection\\_id=16b27b7513b4ead187d544a1b34890c8ef73238b&writer=rdf2latex&return\\_to=Alnus+acuminata](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=download&collection_id=16b27b7513b4ead187d544a1b34890c8ef73238b&writer=rdf2latex&return_to=Alnus+acuminata)

Burgos, A.B. (2015). *Roble Quercus Humboldtii*. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=download&collection\\_id=72e45153a0cf948f0354ccb831ad4289a247e86d&writer=rdf2latex&return\\_to=Quercus+humboldtii](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=download&collection_id=72e45153a0cf948f0354ccb831ad4289a247e86d&writer=rdf2latex&return_to=Quercus+humboldtii)

Burgos, A.B. (2015). Tilo. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=download&collection\\_id=a9ebb6564b65b5b6189bc40c5b7d01dd49ed1fb1&writer=rdf2latex&return\\_to=Tilia+platyphyllos](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=download&collection_id=a9ebb6564b65b5b6189bc40c5b7d01dd49ed1fb1&writer=rdf2latex&return_to=Tilia+platyphyllos)

ECURED. (2015). Cercas Vivas. Recuperado de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2E98uKU4FnYJ:www.ecured.cu/index.php/Cercas\\_vivas+&cd=9&hl=es-419&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2E98uKU4FnYJ:www.ecured.cu/index.php/Cercas_vivas+&cd=9&hl=es-419&ct=clnk&gl=co)

CORPOBOYACÁ. (N.d) Recomendación para la Implementación de Cercas Vivas y Barreras Rompevientos. Recuperado de [http://www.corpoboyaca.gov.co/index.php/en/proyectos/gestion-integral-del-recurso-hidrico/manejo-integral-del-recurso-hidrico/item/download/240\\_949735a62e1d0a75c06f889528de6dff](http://www.corpoboyaca.gov.co/index.php/en/proyectos/gestion-integral-del-recurso-hidrico/manejo-integral-del-recurso-hidrico/item/download/240_949735a62e1d0a75c06f889528de6dff).

CORPOICA. (2015). Normas Nacionales: Ley. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/Normatividad/Normas-nacionales/Leyes.aspx?page=9>

García, C. (2014) Microclima, Macroclima y sus Elementos. Recuperado de <http://es.slideshare.net/pachoncito000/microclima-macroclima-y-sus-elementos>

Gonzales. (2012). La Erosión del Suelo. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-245/capitulo4-erosion.pdf>

ICA. (2015). Censo Pecuario Nacional. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>

ICA. (2012). Resolución No. 0025008. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getattachment/f4b515fc-36b7-4acc-aac9-092239fe0502/2012R2508.aspx>

Libreros, H.F. (2013). *Sistemas Silvopastoriles: Una Opción de Producción Animal Sustentable*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/jeffi84/sistemas-silvopastoriles-20219588>.

Mapa Satelital de Tutazá Boyacá. (2015, 06 de Mayo). Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Tutasa,+Boyac%C3%A1,+Colombia/@6.07399,-72.862485,12z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x8e6a28e54fa32979:0x6e7096eda4d6fba>

Ojeda, P.A. Restrepo, J.M. Villadaza, D.E. & Gallego, J.C. (2003) *Sistemas Silvopastoriles, una Opción para el Manejo Sostenible de la Ganadería*. Recuperado de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006102417332\\_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006102417332_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf)

Seed. (2015). *La Energía y el Cambio Climático Mundial Sumideros de Dióxido de Carbono*. Recuperado de <http://www.planetseed.com/es/relatedarticle/sumideros-de-dioxido-de-carbono>

Tutaza. (2014). Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Tutaz%C3%A1>

Vidal, J.A & Terán, D.C. (2013). *Sistemas Agroforestales*. Recuperado de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201617/Guias\\_y\\_rubricas\\_2013-II/Sistemas\\_Agroforestales\\_2013-2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201617/Guias_y_rubricas_2013-II/Sistemas_Agroforestales_2013-2.pdf)

Zerbino, M.S. (2005). *Evaluación de la Densidad, Biomasa y Diversidad de la Microfauna del Suelo en Diferentes Sistemas de Producción*. Recuperado de [http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis\\_Stella\\_Zerbino.pdf](http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis_Stella_Zerbino.pdf)

## 9. ANEXOS

**Foto 11. Material Vegetal Implementación Sistema Silvopastoril Cercas Vivas y Barreras Rompevientos**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Recuerdo vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 12. Se evidencia realización del plateo**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mesitas vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.



**Foto 13. Se evidencia el ahoyado.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Villa Hermosa vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 14. Aplicación de Fertilizante.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mesitas vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 15. Aplicación de Hidroretenedor.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mocharía vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 16. Finca los Pinos. Se evidencia el proceso de eliminación de la bolsa.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca los Pinos vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.



**Foto 17. Adición y apisonamiento de tierra.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Recuerdo vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 18. Siembra de Aliso (*Alnus acuminata*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Mocharías vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 19. Se evidencia el ahoyado.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca villa hermosa vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 20. Se evidencia medida de hoyos.**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Quebraditas vereda Tobal. 2015). Tutazá, Boyacá.



**Foto 21. Siembra de Tilo (*Tilia platyphyllos*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca la Libertad vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 22. Siembra de Tilo (*Tilia platyphyllos*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Llano vereda Páramo.2015). Tutazá, Boyacá.



**Foto 23. Siembra de Tilo (*Tilia platyphyllos*) y Aliso (*Alnus acuminata*).**



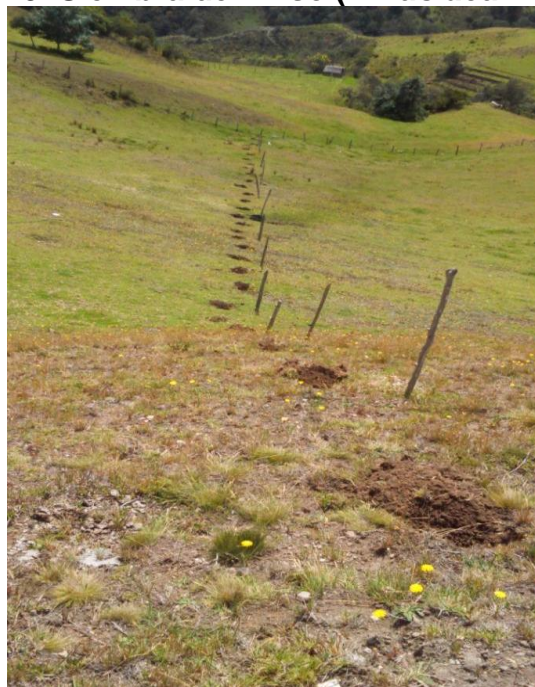
[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Villa Blanca vereda Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 24. Finca Quebraditas. Siembra de Aliso (*Alnus acuminata*) y Roble (*Quercus humboldtii*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca Quebraditas vereda Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.

**Foto 25. Siembra de Aliso (*Alnus acuminata*).**



[Fotografía de Andrea Sisa]. (Finca el Mortiño vereda Tobal.2015). Tutazá, Boyacá.